

VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS MARGENS DO RIO TIETÊ

Líria de Rezende¹

Ilza Machado Kaiser²

Anna Silvia Pacheco Peixoto³



RESUMO

A atividade humana produz impacto ambiental negativo comprometendo as condições do solo, das margens do rio e da água. Um primeiro impacto advém da retirada da mata ciliar ao longo do leito fluvial, que é a primeira ação da ocupação humana, e vai se reforçando conforme o uso do solo. A construção de náuticos e condomínios, entre outras áreas de lazer à margem dos rios, aumentam o escoamento superficial e a descarga de efluentes. A agricultura faz uso da água para irrigação e a devolve para o ambiente com agrotóxicos e fertilizantes. A pecuária interfere na estabilidade das margens pelo pisoteio dos animais. Essas, entre outras ações antrópicas reforçam os processos erosivos, de sedimentação e assoreamento tornando vulnerável todo o corpo d'água e suas margens. Além disso, outra atividade muito observada foi piscicultura, a qual induz a inserção de espécies exógenas que podem trazer a uma possível mudança no habitat, além da introdução de rações em ambiente aquático levando ao superpovoamento de algas e assim comprometendo o nível de oxigênio na água. Dessa maneira, este trabalho aborda a questão dos impactos e da vulnerabilidade tanto das margens como do rio. Para tanto, foi escolhido um trecho do rio Tietê localizado entre as barragens de Bariri e Ibitinga. Observa-se até o momento que as atividades de uso e ocupação de solo e do rio parecem ser relevantes na degradação do rio. Importante ressaltar que a frequência das embarcações e o número de terminais, entretanto sinalizam que a operação da hidrovia não parece ser o agente preponderante de impacto na poluição da água.

Palavras-chave: vulnerabilidade, margem do rio, impacto ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A magnitude dos impactos ao ambiente depende da vulnerabilidade local. Vulnerabilidade é um conjunto de condições determinadas por fatores e processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao perigo. Para Saito (2011), a palavra vulnerabilidade tem sentido negativo e está relacionada sempre com perdas. O termo vulnerabilidade denota um grau de suscetibilidade ou fragilidade que um determinado ambiente possui a um determinado tipo de impacto. A Resolução CONAMA nº 01(1986) define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas químicas e biológicas do meio ambiente; causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas, que afete direta ou indiretamente a saúde; a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Neste trabalho estão sendo analisadas as ações antrópicas e os impactos causados às margens do rio e corpo d'água em trecho do rio Tietê. O rio Tietê nasce em Salesópolis a 22 km do Oceano Atlântico corta todo o estado de São Paulo e recebe os afluentes assumindo dimensões de um grande rio. Após 1136 km junta-se ao rio Paraná na divisa com o Mato Grosso do Sul, Figura 1. O rio Tietê começa a ser poluído na cidade de Mogi das Cruzes, 15 km após sua nascente. Cerca de 130 toneladas de lixo inorgânico provenientes de dejetos de indústrias e esgotos domésticos são jogados no rio diariamente na região metropolitana onde a vazão não é grande o suficiente para expungir os poluentes que recebe (NAVEGAÇÃO FLUVIAL MÉDIO TIETÊ, 2014).

Figura 1 – Rio Tietê. Fonte: STEFANI *et al.*(2007)

A história do planejamento dos recursos hídricos mostra que no estágio inicial de desenvolvimento a gestão das águas era direcionada para controle de inundações, ou a irrigação ou a navegação ou o abastecimento, público ou industrial. No final dos anos cinquenta, e o aumento da demanda sobre os recursos verificou-se a necessidade do conceito usos múltiplos da água para solucionar os conflitos entre os usuários e também dimensionar a qualidade e a quantidade de água que caberia a cada um (FORBES *et al.* 1971). O projeto de aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Tietê teve como inspiração a obra do *Tennessee Valley Authority* (TVA), no Vale do Tennessee, Estados Unidos, que contemplava os múltiplos aproveitamentos dos rios possibilitando tanto a produção de energia elétrica quanto a navegação fluvial e a irrigação. O projeto da Usina de Barra Bonita foi o primeiro a contemplar a construção de uma eclusa, além do atendimento das necessidades locais de controle de enchentes, irrigação, saneamento básico, lazer e piscicultura. Na implantação deste aproveitamento hidráulico, a geração de energia foi privilegiada, e somente em 1967 é que as obras para a construção da eclusa foram iniciadas, entrando em 6 anos mais tarde (PIMENTEL *et al.* 2007).

2.1 Histórico da área de estudo

Os primeiros relatos de poluição das águas do rio Tietê datam do começo do século XVIII com a exploração de metais preciosos no Estado de São Paulo. Ao decorrer das décadas com o aumento da população e indústrias, principalmente na região metropolitana de São Paulo, a situação foi se agravando até que em meados do século XX o nível de oxigênio no fundo de suas águas chegou à zero. Na metrópole, seu trecho mais poluído, o Tietê pode ser comparado a uma solução heterogênea, dividindo-se em três partes. A primeira parte seria o seu primeiro meio metro partindo da superfície, que em alguns segmentos ainda resta oxigênio. A segunda parte constituída por um fluxo vagaroso d'água extremamente poluída, neste nível do rio o oxigênio passa a ser inexistente. A terceira parte, onde se concentra todos os entulhos e dejetos, que mesmo com um processo constante de dragagem não foi possível vencer a interferência humana no rio. Atualmente considerado como rio morto, essa condição somente se modifica próximo à cidade

de Barra Bonita quando o rio volta a ter vida, com peixe, oxigênio e água limpa (NAVEGAÇÃO FLUVIAL MÉDIO TIETÊ, 2014).

Ainda segundo Navegação Fluvial Médio Tietê (2014), o rio Tietê é dividido em 4 trechos:

- Alto Tietê; os primeiros 250 km do rio, da nascente até a cidade de Pirapora do Bom Jesus com 350 km de desnível. É a região de maior índice de ocupação e ação humana, o rio é canalizado em 26 km de sua extensão e possui 2 barragens.
- Médio Tietê Superior; os próximos 260 km da cidade de Bom Jesus de Pirapora do Bom Jesus até a cidade de Laras apresenta 218 m de desnível. Tem declividade média de 87 cm/km, sendo reduzida até 20 cm/km entre Salto do Itu e Laras.
- Médio Tietê Inferior; vai da cidade de Laras até a corredeira de Laje, sendo canalizado em grande parte e drenando uma área de 42277 km², seu principal afluente é o rio Piracicaba. É nesse intervalo que está a área de estudo.
- Baixo Tietê; percorre 240 km com desnível de 98 m, da corredeira de Laje até a foz do rio Paraná. Drena uma área de 13.646 Km.

A bacia hidrográfica Tietê-Jacaré, pertence à região hidrográfica do Paraná e banha em todo seu percurso mais de 220 municípios além da integração com países do MERCOSUL, oferecendo condições de navegabilidade similares às hidrovias européias (NAVEGAÇÃO FLUVIAL MÉDIO TIETÊ, 2014).

A área de estudo é localizada entre a barragem de Ibitinga e a barragem de Bariri, a uma distância de 400 km da capital. A medida que o rio corre para o interior nota-se uma melhora gradativa na qualidade da água, isto ocorre devido ao processo de autodepuração dos corpos d'água. A autodepuração é um processo natural de recuperação progressiva dos corpos de água após a ocorrência de um impacto, seja ele natural ou induzido pelas atividades humanas. Processos químicos (oxidação, redução), físicos (diluição, sedimentação) e biológicos (ação de microrganismos, como algas e bactérias) concorrem para que um determinado curso de água recupere paulatinamente sua condição anterior à do impacto ou, ao menos, atinja uma nova situação de equilíbrio (Cunha *et al.*, 2013). Para Andrade (2010), a autodepuração é um processo físico, químico e biológico que ocorre naturalmente nos corpos d'água.

Lagos e reservatórios possuem caráter lântico, uma vez que a reduzida velocidade da água diminui o fluxo e favorece a gênese de mecanismos que não se processariam em ambientes turbulentos. Podem ser reconhecidas três zonas principais ao longo do reservatório; 1 zona de rio, maior fluxo de água, maior turbidez, matéria orgânica alóctone e menor profundidade, 2 zona de transição, fluxo intermediário, profundidade média e 3 zona de lago, menor fluxo de água, menor turbidez, matéria orgânica autóctone e maior profundidade. (CUNHA *et al.*, 2013).

O reservatório de Ibitinga, sob concessão da empresa privada AES Tietê, responsável pela geração de energia por meio de hidrelétrica, possui perímetro de margens de 375 km. A distância entre o leito do rio e o fim da área de concessão da empresa oscila, em terrenos mais planos é maior e em terrenos mais íngremes é menor. O uso das margens dos rios Tietê e Jacaré Guaçu, tanto para lazer, agronegócio, mineração e ranchos ou condomínios náuticos devem respeitar as legislações de Área de Preservação Permanente – APP, identificadas através de topografia, e devem estar em conformidade com o Código Florestal. A AES Tietê oferece mudas gratuitas para o reflorestamento da região. Para o uso de estruturas sobre o rio deve se seguir as regras da Marinha do Brasil (FOLHA DE IBITINGA, 2014).

O Código Florestal é aplicado somente às propriedades privadas e é definido que todas as glebas tem que manter as APP e Reservas Legais (RL). As APPs servem para a preservação dos recursos hídricos, incluem as margens dos rios, nascentes, lagos e reservatórios de água. Essas áreas não podem ser usadas para atividades como agropecuária, extração florestal ou recreação. A área de definição de uma APP independe do tamanho da propriedade. As Reservas Legais (RL) não fazem parte das APPs e devem ser mantidas com a vegetação natural. Essas áreas não podem ser usadas para atividades agrícolas mecanizadas e a pecuária com base em pastagens plantadas. A área de definição de uma RL varia de acordo com o tamanho da propriedade (SPAROVEK *et al.*, 2011).

A Lei nº 9.034/ 1994 divide o estado de São Paulo em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, sendo que, a Bacia do rio Tietê, com área de 72.391 km² é composta por 6 UGRHI's, sendo, a UGRHI 05, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, a UGRHI 06, Alto Tietê, a UGRHI 10, Tietê/Sorocaba, a

UGRHI 13, Tietê/Jacaré, a UGRHI 16, Tietê/Batalha, e a UGRHI 19, Baixo Tietê. A região em estudo está na UGRHI 13 TJ, Figura 2.

Figura 2 – Área de Estudo.



Fonte: PORTAL SIGRH,2017.

Essa região possui área de drenagem de 11.779 km², é formada principalmente pelos rios Tietê, Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, é a bacia mais expressiva em captação de água subterrânea e também a que tem maior consumo de água para o setor rural, tem o segundo maior índice de atendimento de água da Bacia com 96,5 % da população atendida. Apresenta 1.106 km² de vegetação natural remanescente com maior ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual e a Savana e no trecho estudado há uma unidade de conservação, a Área de Preservação Ambiental de Ibitinga – APA Ibitinga. Fazem parte desta bacia os reservatórios de Bariri, Ibitinga e Lobo (SIGRH, 2017).

O clima da UGRHI 13 de outubro a março é tropical úmido e de abril a setembro é inverno seco. O solo da bacia, de forma geral, é formado por areias quartzosas profundas a moderadas e pontualmente ocorre o latossolo roxo eutrófico. A BH é alimentada por numerosas nascentes na região de São Carlos em uma altitude de 800 m. Encontram-se ainda na UGRHI 13 os aquíferos Bauru/ Serra Geral/ Botucatu (TUNDISI *et al.*, 2008).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré – CBH TJ, oficialmente instalado em 1996, abrange 34 municípios, sendo eles; Agudos, Araraquara, Arealva, Areiópolis, Bariri, Barra Bonita, Bauru, Boa Esperança do Sul, Bocaina, Boracéia, Borebi, Brotas, Dois Córregos, Dourado, Gavião Peixoto, Jacanga, Ibaté, Ibitinga, Igarçu do Tietê, Itaju, Itapuí, Itirapina, Jaú, Lençóis Paulistas, Macatuba, Mineiros do Tietê, Nova Europa, Pederneiras, Ribeirão Bonito, São Carlos, São Manuel, Tabatinga, Torrinha, Trabiçu. Com 1.462.855 habitantes as principais atividades econômicas da região estão ligadas principalmente à agroindústria como a açúcar, o álcool e processamento cítricos. Alguns municípios como Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú se destacam nos setores de papel, bebidas, calçados e metal mecânica (SIGRH, 2017).

2.2 Cidades lindeiras

Os municípios lindeiros ao trecho estudado são Ibitinga, Jacanga, Arealva e Itaju. A Tabela 1 mostra o número de habitantes, a densidade demográfica, o salário médio mensal, a arborização de vias públicas, e a porcentagem do esgotamento sanitário adequado que, segundo o glossário do IBGE é o conjunto de obras e instalações destinadas à coleta, transporte, afastamento, tratamento e disposição final das águas residuárias da comunidade, de uma forma adequada do ponto de vista sanitário.

Tabela 1 – Dados dos municípios lindeiros

Índices do IBGE	Ibitinga	Iacanga	Arealva	Itaju
Número de habitantes	53.158	11.206	7.841	3.246
Densidade demográfica (hab/km ²)	77,12	18,29	15,53	14,12
Salário médio mensal / salário mínimo	1,7	1,8	2,0	1,8
Esgotamento sanitário adequado	98 %	93,4 %	90,2 %	99,5 %
Arborização de vias públicas	95,8 %	97,1 %	95,7 %	93,8 %

Fonte: adaptado de IBGE (2017)

2.3 Fatores que interferem na vulnerabilidade

O conjunto dos usos múltiplos da água na bacia gera resíduos que contribuem com o aumento da vulnerabilidade ambiental (TUNDISI *et al.* 2013). Os impactos ambientais mais comuns em uma bacia hidrográfica estão relacionados à erosão dos solos, sedimentação de canais navegáveis, enchentes, perda da qualidade da água e do pescado e aumento do risco de extinção de elementos da fauna e da flora (PIRES *et al.*, 2002).

Segundo Abdon (2004), os fatores que interferem na vulnerabilidade das margens de um rio são: erosão provocada pela erodibilidade do solo associada às atividades de uso e ocupação, como tipo de cultivo e pecuária; atividades produtivas no próprio rio, como piscicultura e navegação. O processo de erosão se dá quando o desgaste do solo é mais rápido que a formação do mesmo, impedindo sua regeneração. Esse processo é mais rápido quando há a remoção da vegetação natural ou mata ciliar. A remoção da vegetação natural através do desmatamento é a primeira etapa da ocupação humana. A vegetação natural protege o solo da ação das chuvas minimizando o processo natural da erosão. As erosões podem se dar em diferentes maneiras, nos rios, pode causar assoreamento, alterações da profundidade do leito d'água, afeta a fauna e flora local, e provoca uma maior incidência de enchentes.

A ocupação desordenada do solo, a especulação imobiliária em loteamentos para rancho, condomínios náuticos entre outros causam a impermeabilização do solo transportando, em períodos chuvosos, sedimentos para o corpo hídrico. O

despejo de efluentes nos cursos d'água pode causar a eutrofização devido a incidência de matéria orgânica, além de contaminar a água podendo causar riscos à saúde humana (ALBUQUERQUE, 2014).

As atividades produtivas como piscicultura e agricultura também reforçam o impacto da ocupação humana. A piscicultura é uma atividade considerada de alto impacto ao meio ambiente, de acordo com órgãos governamentais do setor. Os principais impactos que afetam a qualidade da água são a sedimentação, obstrução do fluxo d'água, a eutrofização causada principalmente pelo resíduo de ração não ingerida e aumento da quantidade de excreção produzido pelos peixes nos tanques-redes (TOLEDO *et al.* 2013; RAMOS *et al.* 2008).

A agricultura próxima aos leitos dos rios tem como vantagem a disponibilidade da água para irrigação. Porém o uso de insumos agrícolas como pesticidas e fertilizantes, utilizados principalmente para aumentar os nutrientes e corrigir o pH do solo e para proteger as culturas de pragas, causam um grande impacto na qualidade da água com o escoamento dos mesmos para as águas do rio, e junto ao desmatamento da mata ciliar, há o aumento da erosão, acarretando uma facilidade maior ao transporte de resíduos indesejáveis aos reservatórios. Os que causam maiores impactos são os insumos químicos, como fertilizantes, micronutrientes, agrotóxicos, calcários, pesticidas e fertilizantes de baixa solubilidade. Nos períodos de precipitação há o processo de lixiviação em que o solo perde nutrientes.

A agricultura promove a supressão da diversidade de espécies. A pecuária próxima aos rios também se beneficia da abundância da água para a dessedentação dos animais, porém provoca um impacto negativo no desmatamento da floresta ciliar nativa para a implantação de pastagens, modificando a fauna e flora locais e facilitando o processo erosivo. Outro impacto é a compactação do solo pelos animais comprometendo a capacidade de filtração da água no solo. As fezes dos animais também em períodos chuvosos são levados até os corpos hídricos (ALBUQUERQUE, 2014; CARDOSO, 2014).

Segundo Pires (2002), as principais causas de ameaças à qualidade ambiental em uma bacia hidrográfica estão relacionadas às atividades não sustentáveis para fins lucrativos imediatos. E os maiores impactos estão associados à erosão dos solos, sedimentação de canais navegáveis, enchentes, perda de

qualidade da água e do pescado e aumento do risco de extinção de elementos da fauna e flora, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de ameaças ambientais e causas.

TIPO DE AMEAÇA	GRAU DE AMEAÇA	AMPLITUDE GEOGRÁFICA	CAUSAS PRINCIPAIS
Perda de biodiversidade (ecossistemas, espécies e genes)	Severo (nível genético principalmente)/ Irreversível no caso de espécies em extinção	Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. Significado ecológico global tendo em vista a riqueza de espécies endêmicas nos trópicos, e a falta de conhecimento científico.	Desmatamento para fins agrícolas/pecuários em áreas de alta biodiversidade. Sobrepesca. Turismo desordenado. Metais pesados e outros produtos tóxicos derivados de atividades industriais e minerais. Outras substâncias tóxicas derivadas de biocidas utilizados na agricultura.
Perda de recursos alimentares (pescado)	Severo/ iminente. Danos às populações de áreas ribeirinhas que são afetadas em seu único meio de sobrevivência	Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. Significado social e ecológico regional.	Derivados de biocidas utilizados na agricultura. Comércio ilegal de animais ou produtos derivados. Crescimento desordenado da malha urbana. Falta de saneamento básico. Crescimento das áreas de cultivo com cultura tecnificada.
Poluição das águas por matéria orgânica, nutrientes, patógenos e contaminação por produtos tóxicos	Severo/ iminente (tendo em vista a expansão das atividades urbanas/ industriais e agrícolas na bacia hidrográfica.	Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. Significado social e ecológico regional.	Crescimento potencial de regiões específicas dentro da bacia hidrográfica após a implantação de infra-estrutura (estradas, sistemas de geração de energia). Expansão das atividades agrícolas e pecuárias – erosão dos solos na bacia hidrográfica.
Sedimentação precoce de habitats aquáticos e assoreamento de canais navegáveis	Severo	Planícies (áreas alagáveis) e sistemas reverinos. Significado social e ecológico regional	Destruição de matas galeria/ e demais áreas naturais protetoras. Obras de engenharia que modificam a geomorfologia fluvial.

Fonte: PIRES (2002).

Uma vulnerabilidade recente é a presença do mexilhão dourado, espécie exógena causadora de grandes danos aos sistemas aquáticos (TUNDISI *et al.* 2013). O mexilhão-dourado é um bivalve pequeno da família dos mexilhões

marinhos, porém o único que vive em água doce. Eles formam incrustações volumosas nas estruturas ribeirinhas e nas embarcações. Esse molusco é nativo do sudoeste asiático, e foi introduzido na América do Sul em 1991 provavelmente através da água de lastro e no Brasil em 1998 sendo no rio Tietê em 2004. Quando invadem um ambiente tornam-se dominante, na bacia do Rio de *La Plata*, promoveram a alteração da composição da malacofauna nativa com deslocamento de três espécies de gastrópodes. Entre outros impactos ambientais causam a alteração da vegetação marginal, a fixação dos mesmos sobre animais bentônicos como bivalves, gastrópodes e crustáceos podendo levá-los à morte (Santos *et al.* 2012).

2.4 Eutrofização

Eutrofização é o enriquecimento de nutrientes em fontes de água e é um crescente problema mundial. Enquanto o fósforo é o maior problema para sistemas de água fresca, o excesso de nitrogênio é a causa primária de eutrofização em estuário e águas da costa. Impactos associados à qualidade de água incluem, mas não limitam, a ocorrência do crescimento descontrolado de algas e hipoxia. Esses casos tem sido bastante relatados e estão cada vez mais eminentes. O crescimento da população e mudanças na prática de manejo da terra estão aumentando a quantidade de nitrogênio mundialmente (SINHA *et al.* 2017).

Segundo Trindade (2014), a causa da eutrofização nas águas interiores é o crescimento da população e das cidades que cada vez mais geram resíduos que descartados de forma inadequada causam impacto negativo ao meio ambiente. Os reservatórios por serem ambientes lânticos, apresentam maior incidência do processo de eutrofização que os rios que são lóticos. Os efeitos são, anaerobiose no corpo d'água, mortandade da fauna, toxicidade de algas, dificuldade e altos custos para o tratamento da água e redução da navegação e da capacidade de transporte.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão bibliográfica buscou o histórico do rio Tietê para entender o processo de uso e ocupação além dos fatores que causam impactos e que influenciam na vulnerabilidade nas margens do rio.

Foi realizado um estudo de campo no trecho do rio Tietê compreendido entre a barragem de Ibitinga e a de Bariri. A Capitania Fluvial Tietê-Paraná (CFTP), da Marinha do Brasil teve importante participação fornecendo embarcação e tripulantes, conforme Figura 3.

Figura 3 – Ponto de saída para o estudo de campo



O Trecho navegado está indicado na imagem do *Google Earth* apresentada na Figura 4, com início no ponto 01 no condomínio náutico Isabela no rio Jacaré Guaçú, afluente do rio Tietê e final no ponto 02 próximo a fazenda Bela Vista. O ponto inicial foi escolhido por uma questão de acesso da embarcação, alguns atracadouros da região mostraram-se inviáveis devido às concentrações de aguapés. A navegação teve duração de 5 horas, sendo que, cerca de 40 km da margem esquerda do rio foram observados durante a ida e 40 km da margem direita durante a volta.

Figura 4 – Trecho navegado durante o trabalho de campo.



Fonte: Google Earth, 2017.

O preparo do estudo de campo se deu através da análise de imagens *Google Earth* do trecho navegado para reconhecimento prévio, foram elaboradas várias planilhas hidrográficas, Figura 5, onde foram registradas informações sobre geomorfologia, fauna, flora, uso e ocupação e existência de efluentes. Foram utilizados durante a navegação o aplicativo *Marine Navigator* e as fotos foram georreferenciadas possibilitando suas inserções em SIG.

Figura 5 – Planilha hidrográfica

INICIAL: LAT _____		KM _____	IMAGEM _____
LONG _____			
<u>GEOMORFOLOGIA</u>			
EXISTÊNCIA DE BRAÇOS	()SIM	()NÃO	
MEANDROS (CURVAS)	()SIM	()NÃO	
AFLORAMENTO: _____			
<u>FAUNA</u>			
<u>FLORA</u>			
MATA CILIAR NA MARGEM	()SIM	()NÃO	
<u>USO E OCUPAÇÃO</u>			
PECUÁRIA: _____			
AGRICULTURA: _____			
INSTALAÇÕES DE LAZER: _____			
CAPTAÇÃO DE ÁGUA: IRRIGAÇÃO () CONSUMO ()			
EXISTÊNCIA DE HABITAÇÕES: CHÁCARAS (), RESIDÊNCIAS () _____			
EXISTÊNCIA DE INDUSTRIAS: _____			
EXISTÊNCIA DE EFLUENTES			
<u>ALGO INUSITADO</u>			

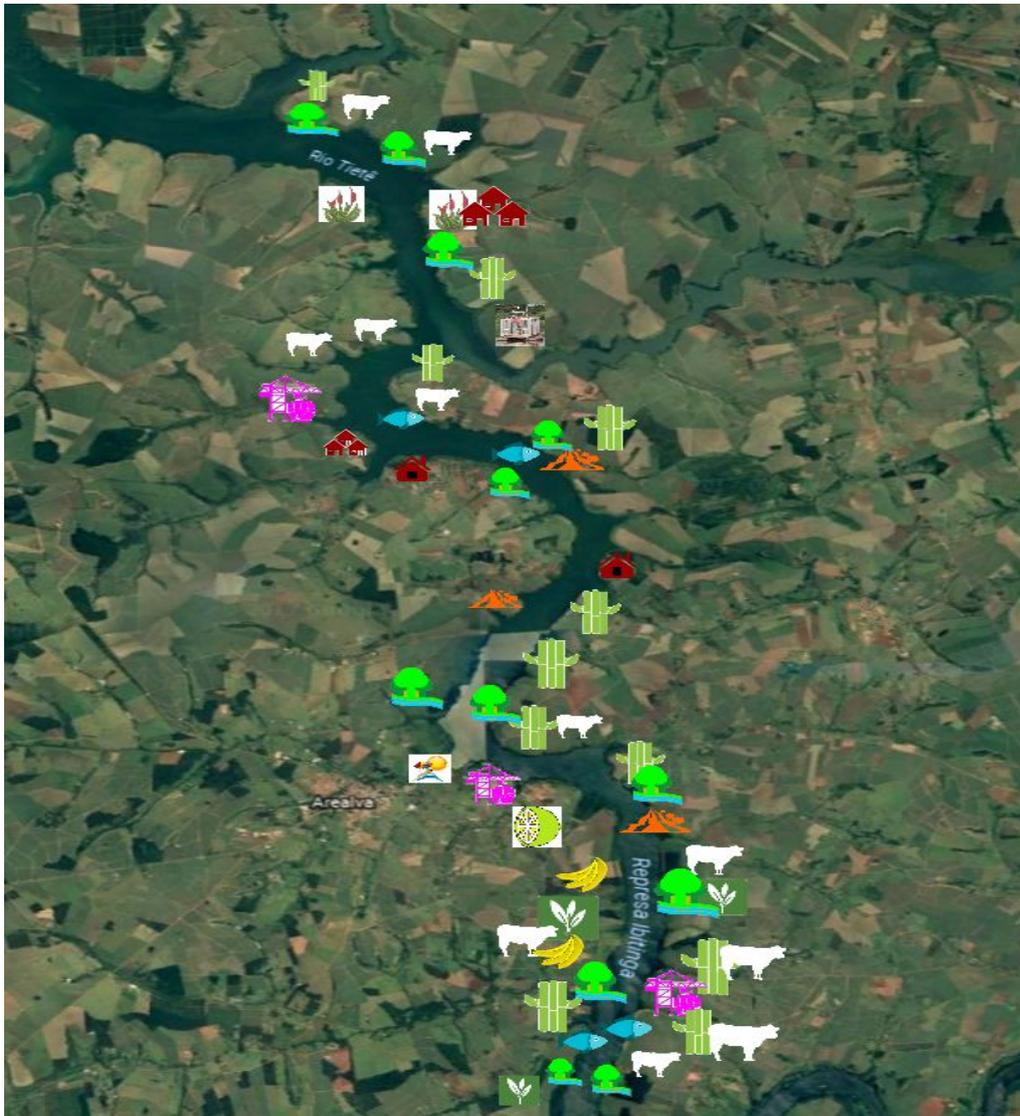
4 RESULTADOS

O estudo de campo possibilitou a verificação das peculiaridades do trecho rio Tietê, observou-se a presença de áreas destinadas à piscicultura além de taboa, mata ciliar, vegetação rasteira com pecuária, cultivo de cana e plantações isoladas de bananeiras e eucalipto, além de ranchos e condomínios náuticos.

A navegação foi realizada no período de cheia. Nesse período foi identificada presença de grande quantidade de microalgas e aguapés dispostos em ilhas no

meio do rio e beirando a margem. A Figura 6 mostra a localização das ocorrências descritas e mostradas anteriormente sintetizadas em única imagem. Em todo o trecho inspecionado observou-se a presença de aguapé e microalgas; esta última em maior concentração nos trechos com piscicultura.

Figura 6 – Ocorrências de uso e ocupação do solo, erosão e mata ciliar



Fonte: Google Earth, 2017. Adaptado pelos autores.

Legendas da Figura 6



Plantação de Cana



Prainha



Pecuária



Term. Fluvial de Carga



Mata Ciliar



Bananeiras



Plantação de Eucalipto



Plantação de cítricos



Erosão da margem



INPE



Condomínio Náutico



Piscicultura



Ranchos



Taboa

As Figuras 7 e 8 apresentam os fatores de impacto advindos da ocupação humana. Não foi avaliado a forma de disposição das águas residuárias que, quando sem tratamento agrava as condições de contaminação e eutrofização do rio. Na Figura 7 observa-se a presença de vários ranchos, na Figura 8 observa-se a presença de condomínios náuticos. O impacto da agricultura pode ser observado nas Figuras 9, 10 e 11.

Figura 7 – Presença de ranchos



A Figura 8 mostra vários condomínios náuticos. Foram observados mais de cinco condomínios no trecho estudado.

Figura 8 – Condomínios náuticos



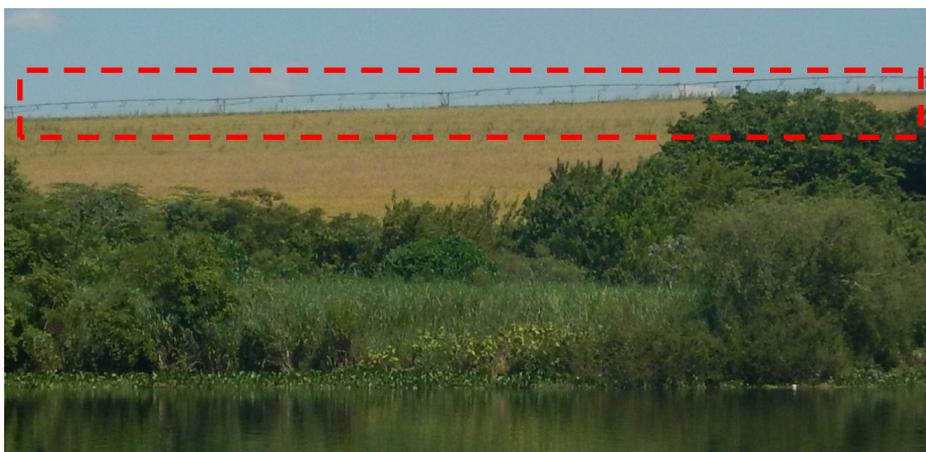
A Figura 9 mostra uma plantação de cana de açúcar, cultivo muito presente no trecho navegado. As áreas de plantio com aplicação de fertilizantes e pesticidas comprometem a qualidade da água quando estes são levados até os corpos d'água pela chuva. A retirada da mata ciliar, observada em vários trechos, para a ocupação do solo com culturas aumenta a vulnerabilidade das margens aumentando o risco de erosão.

Figura 9 – Plantação de cana de açúcar



A Figura 10 mostra o uso da irrigação na agricultura. Foram observadas poucas estruturas de irrigação no momento do estudo de campo.

Figura 10 - Irrigação



A Figura 11 mostra uma plantação de bananeira, em todo trecho foram observadas 3 pequenas plantações de bananeiras.

Figura 11 – Plantação de bananeiras



A Figura 12 mostra área de reflorestamento com eucaliptos.

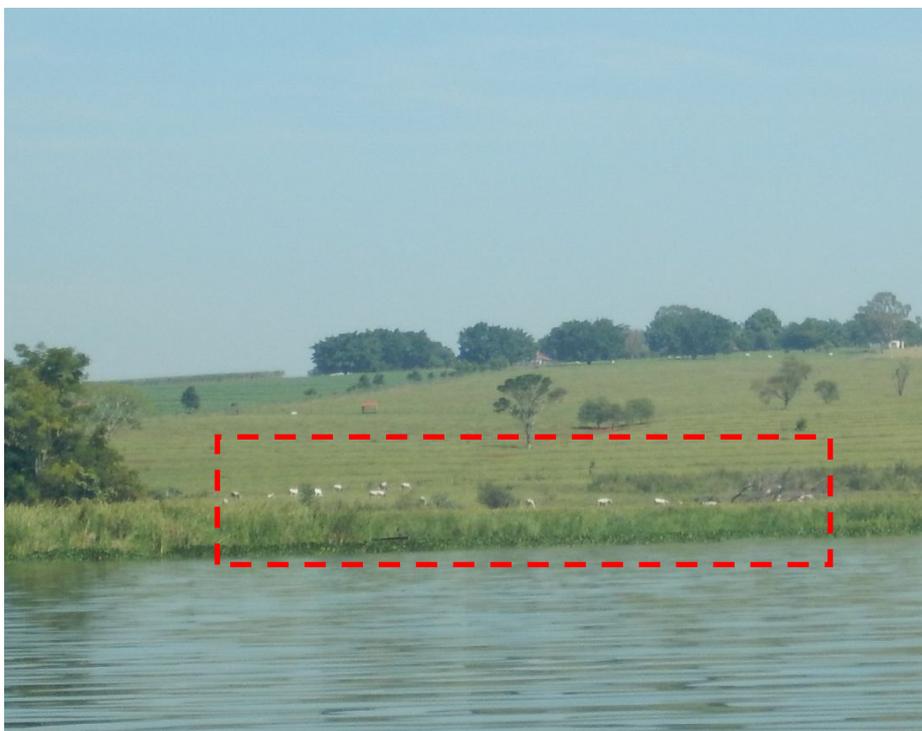
Figura 12 – Plantação de eucaliptos



R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

A Figura 13 mostra a atividade de pecuária, depois do cultivo da cana de açúcar é a atividade mais praticada ao longo do trecho navegado.

Figura 13 – Pecuária



A Figura 14 mostra tanques de redes de piscicultura. Foram observados vários pontos ao longo de todo o trecho com grande quantidade de tanques redes. A introdução de espécies exóticas de peixes pode causar a perda de espécies nativas.

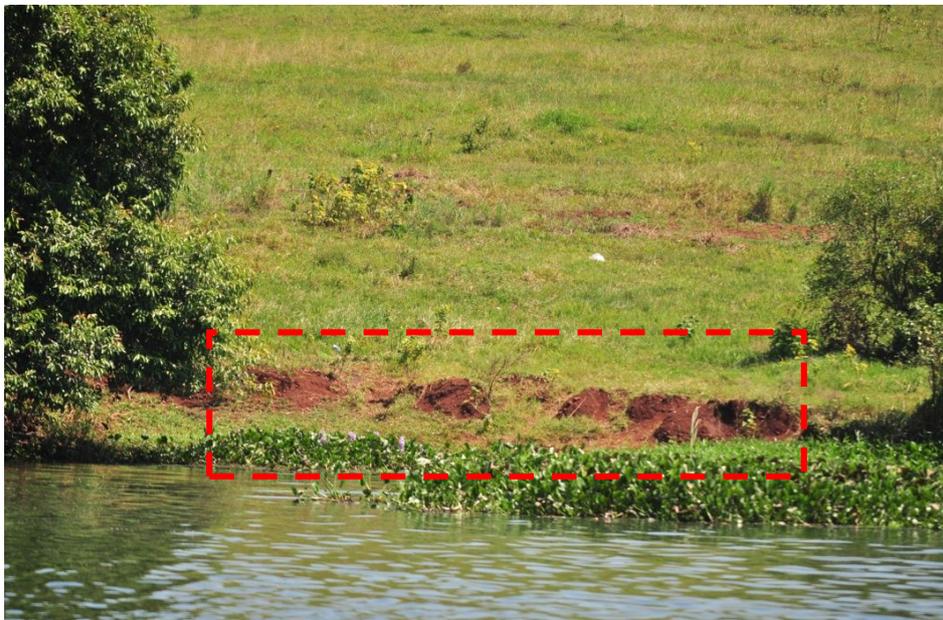
Figura 14 – Tanques rede de piscicultura



R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

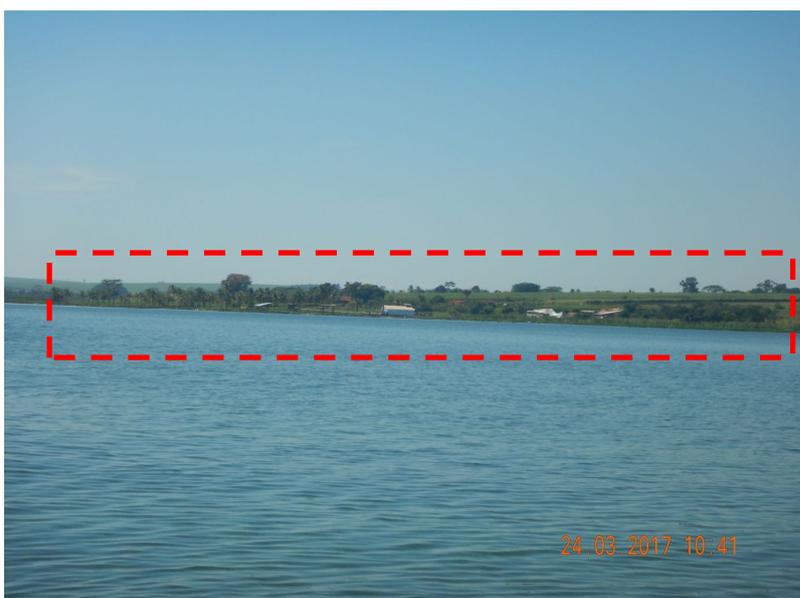
A Figura 15 mostra erosão na margem do rio em área de pastagem e retirada de mata ciliar. Foram observados poucos e isolados pontos com erosão.

Figura 15 – Erosão da margem



A Figura 16 mostra a ocupação da margem por terminal da COSAN, atuante no ramo de açúcar e etanol, no entanto, não foi observado durante a visita, o transporte de cana.

Figura 16 – Terminal Fluvial de carga



A Figura 17 mostra o transporte de carga, soja a granel, sendo realizado no rio Tietê, no período de 5 horas da visita técnica, foram observadas 3 embarcações.

Figura 17 – Atividade de navegação no rio Tietê



As próximas figuras são relativas aos impactos observados, objeto da pesquisa. As Figuras 18 e 19 mostram o corpo d'água, a coloração verde indica presença de micro algas. O uso de rações para peixes lançados nos tanques redes e que não são ingeridas aumentam os nutrientes dissolvidos na água que somados aos dejetos dos peixes aumenta os riscos de eutrofização e proliferação de micro algas.

Figura 18 – Presença de micro algas



Figura 19– Concentração de micro algas



As Figuras 20 a 22 mostram a presença de aguapés no meio do rio formando ilhas.

Figura 20 – Ilhas de aguapés

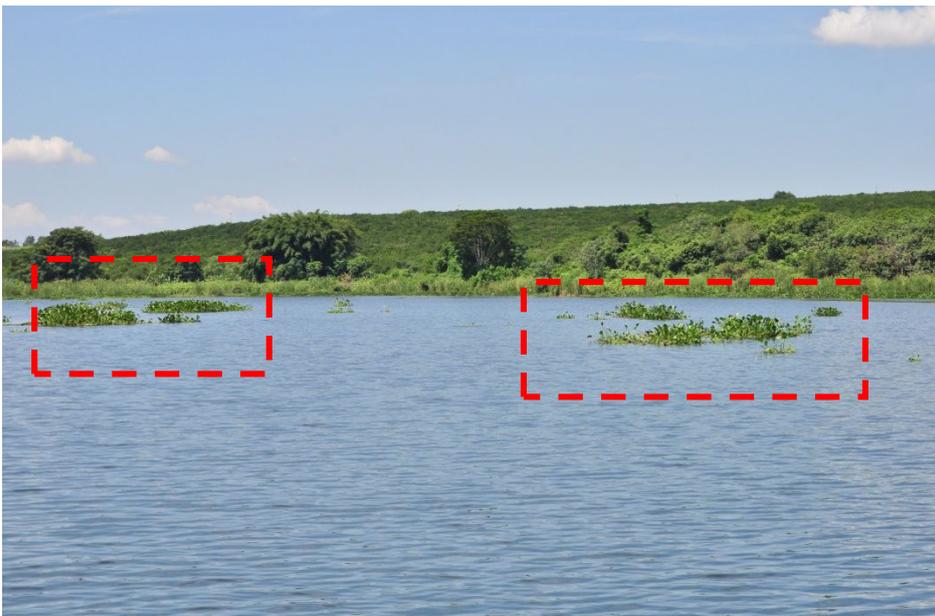
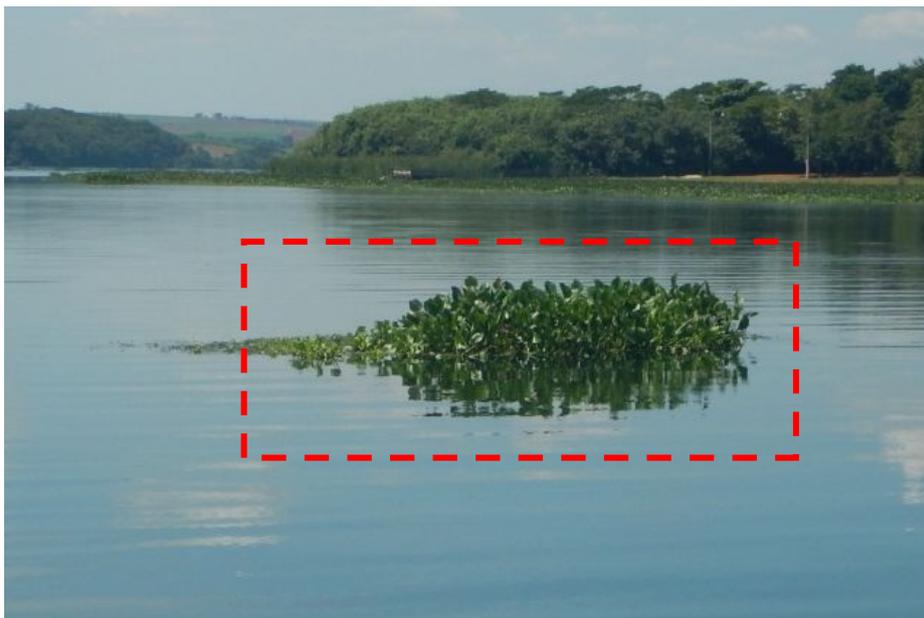


Figura 21 – Destaque ilha de aguapé



A Figura 22 mostra quantidade de aguapé na margem impedindo a travessia da balsa.

Figura 22 – Aguapé na margem do rio



A Figura 23 mostra margem com mata ciliar preservada, situação comum em vários trechos do rio.

Figura 23 – Mata Ciliar



A Figura 24 mostra a estação coletora de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Figura 24 – Estação coletora de dados do INPE



R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

5 CONCLUSÃO

As observações de campo verificaram que existe uma homogeneização da paisagem: grandes plantações de cana de açúcar, criação de gado, plantações isoladas de bananeiras e áreas de reflorestamento com eucaliptos, as áreas de lazer também estão presentes. A grande quantidade de algas e ilhas de aguapés ao longo de todo o rio é um indicador de impacto ambiental causado pela ação antrópica.

Foi constatado que onde existe piscicultura, existe concentração de microalgas indicando o processo de eutrofização do curso d'água. As observações foram realizadas no período de cheia e pretende-se fazer novos estudos de campo tanto no período de cheia, como no período de seca, com amostragem de água para se observar as mudanças físico-químicas.

O maior impacto observado foi na qualidade da água, com presença abundante de microalgas. Apesar de se observar forte ocupação antrópica com agricultura, pastagens, ranchos, condomínios náuticos e terminais fluviais de carga, as margens apresentam-se bem conservadas com poucos pontos de erosão.

As atividades de uso e ocupação de solo e do rio são mais relevantes na degradação do rio, a existência de navegação no trecho impacta o ambiente com a construção de terminais nas margens e pela presença de resíduos gerados pelas embarcações e terminais. A frequência das embarcações e o número de terminais entretanto sinalizam que a operação da hidrovia não deve ser o agente preponderante de impacto na qualidade da água.

ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF THE MARES OF THE TIETÊ RIVER

ABSTRACT

Human activity has a negative environmental impact, compromising soil conditions, river banks and water. A first impact comes from the removal of ciliary forest along the river bed, which is the first action of human occupation, and is reinforcing as the land use. The construction of nautical and condominiums, among other leisure areas along the rivers, increase surface runoff and effluent discharge. Agriculture uses water for irrigation and returns it to the environment with pesticides and fertilizers. Cattle breeding interferes with the stability of the margins by trampling animals.

These, among other anthropogenic actions reinforce erosion, sedimentation and silting processes, making the entire water body and its banks vulnerable. In addition, another activity observed was fish farming, which induces the insertion of exogenous species that can lead to a possible change in the habitat, besides the introduction of feed in aquatic environment leading to overpopulation of algae and thus compromising the level of oxygen in water . In this way, this work addresses the issue of the impacts and vulnerability of both the banks and the river. For this, a stretch of the Tietê River was chosen, located between the Bariri and Ibitinga dams. It is observed until the moment that the activities of use and occupation of soil and of the river seem to be relevant in the degradation of the river. It is important to note that the frequency of the vessels and the number of terminals, meanwhile, indicate that the operation of the waterway does not seem to be the preponderant agent of impact in the water pollution.

Key words: vulnerability, riverbank, environmental impact.

REFERÊNCIAS

ABDON, M. de M. **Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** 297p. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

AES TIETÊ. Indicadores 2006. Disponível em: http://www.aesbrasil.com.br/indicadores/2006/port/rs_tiete/01.htm. Acesso em: 11 ago 2017.

ALBUQUERQUE, F. H. T. de. **Impactos ambientais na bacia de drenagem do açude São José I, município de São José de Piranhas - PB.** Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras, 2014. 52f.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Usos Múltiplos e Eventos Críticos.** Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/UsosMultiplos.aspx>. Acesso em: 31 ago 2017.

ANDRADE, L. N. de. **Autodepuração dos corpos d'água.** Revista da Biologia - publicado no volume 5 – dezembro de 2010. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/revista/node/45>. Acesso em: 21 ago 2017.

CARDOSO, A. M. T. Verificação da qualidade da água e dos sedimentos no rio Tietê entre as barragens de Promissão e Ibitinga. Dissertação de mestrado da Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2014. Disponível em:

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115791/000803158.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 ago 2017.

COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. **Utilização do Permeâmetro Guelph e Penetrômetro de Impacto em Estudos de Uso e Ocupação dos Solos em Bacias Hidrográficas**. Revista Caminhos de Geografia, Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2007.

CUNHA, D. G. F; CALIJURI, M. do C. **Engenharia Ambiental. Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Cap. 8. Rio de Janeiro – RJ, Elsevier 2013.

FOLHA DE IBITINGA. **Ranchos nas margens dos rios Tietê e Jacaré Guaçu poderão ser regularizados**. 24/09/2014. Disponível em: <http://www.folhadeibitinga.com.br/interna.php?id=4951&categoria=2>. Acesso em: 30 ago 2017.

FORBES, F. J. & HODGES, R. C. **New Approaches to Comprehensive Planning in Canada**. *Water Resources Bulletin*, 1971.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 ago 17.

NAVEGAÇÃO FLUVIAL MÉDIO TIETÊ. 2014. Disponível em: <http://www.riotiete.com.br/historia.html>. Acesso em: 07 ago 2017.

PAVANIN, E. V; CHUERUBIM, M. L; LÁZARO, B. de O. **Geoprocessamento aplicado ao estudo de vulnerabilidade do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia-MG**. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol. 13, nº2, 17-31. Jul 2017 – Dez 2017. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/viewFile/42460/pdf>. Acesso em: 07 ago 2017.

PIMENTEL, J. B. DE O; MORAES, M.B. **Fundo Catullo Branco: os desafios no desenvolvimento da organização arquivística**. Patrimônio e Memória. UNESP – FCLAs – CEDAP, v. 3, n.1, 2007 p.146.

PIRES, S. R; SANTOS, J. E. dos, DEL PRETTE, M. E. **A utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para Conservação— dos Recursos Naturais**. Cap. 1. SHIAVETTI A; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas – Teorias e Aplicações**. Editora Editus, Editora da UESC. 2002. Disponível em: http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/conceitos_de_bacias.pdf. Acesso em: 31 ago 2017.

PORTAL SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Comitê de Bacia Hidrográfica – Tietê-Jacaré – Apresentação**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhtj/apresentacao>. Acesso em: 20 ago 17.

RAMOS, I. P; ZANATTA, A. S; ZICA, E. O. P; SILVA, R. J; CARVALHO, E. D. **Impactos ambientais de pisciculturas em tanques-rede sobre águas continentais**

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

brasileiras: revisão e opinião. In: CYRINO, J.E.P.; FURUYA, W.M.; RIBEIRO, R.P.; SCORVO FILHO, J.D. **Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura III**. 2008. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Capítulo 9. p.87-98.

RESOLUÇÃO CONAMA 01. 1986. **Resoluções**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 20 ago 2017.

SAITO, S. M. **Desastres naturais e geotecnologias: vulnerabilidade**. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Caderno Didático nº 6. São José dos Campos 2011. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf. Acesso em: 14 jan 2017.

SANTOS, S. B. dos; THIENGO, S. C; FERNANDEZ, M. A; MIYAHIRA, I. C; GONÇALVES, I. C. B; XIMENES, R. de F; MANSUR, M. C. D; PEREIRA, D. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M. C. D; SANTOS, C.P. DOS; PEREIRA, D; PAZ, I. C. P; ZURITA, M. L. L; RODRIGUEZ, M. T. R; NEHRKE, M. V; BERGONCI, P. E. **A. Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre. Redes Editora, 2012. Cap. 2, p. 25

SIGRH – SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Situação de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: 2015**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Recursos Hídricos. – 6. ed. – São Paulo, 2017.

SILVA, D. A. da; PASQUALETTO, A.; CAMPOS, A. C. **Avaliação dos impactos ambientais da área de preservação permanente do córrego dos macacos, município de Terezópolis, Goiás**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS - 23 a 26 nov 2015.

SILVA NETO, J. C. A. **Indicação para uso da terra na Bacia Hidrográfica do rio Salobra – Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul**. 2012. RA'E GA – O espaço Geográfico em Análise. V. 25. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/28014/18650>. Acesso em: 11 ago 17.

SINHA, E; MICHALAK, A. M; BALAJI, V. **"Eutrophication Will increase during the 21st century as a result of precipitation changes."** *Science* 28 julho 2017 vol 357.

SPAROVEK, G; BARRETO, A; KLUG, I; PAPP, L; LINO, J. **A revisão do Código Florestal brasileiro**. SCIELO – Novos estudos – CEBRAP nº 89 São Paulo mar. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002011000100007&script=sci_arttext. Acesso em: 30 ago 2017.

STEFANI, P. M; ROCHA, O. **Ecologia alimentar da corvina plagioscion squamosissimus no reservatório de Barra Bonita, São Paulo**. Ministério do Meio Ambiente – Trabalho Científico. 2007. Disponível em:

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 136-166 , jan./mar. 2018.

http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_arquivos/174_05122008105753.pdf Acesso em: 20 ago 2017.

TOLEDO, J. J. de; CASTRO, J. G. D; SANTOS, K. F; FARIA, R. A. de; HANCON, S.; SMERMANN, W. **Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso**. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

TRINDADE, P. B. C. B; MENDONÇA, A. S. F. **Eutrofização em reservatórios – estudo de caso: reservatório de Rio Bonito (ES)**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 19 nº 3. Rio de Janeiro jul./set. 2014.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T; PARESCHI, D. C; LUZIA, A. P; HAELING, P. H. V; FROLLINI, E. H. **A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento**. Scielo - Estudos avançados 22 (63), 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a10.pdf>. Acesso em: 31 ago 2017